

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-039011

(43)Date of publication of application : 10.02.2005

(51)Int.Cl. H01L 43/08  
H01L 43/12

(21)Application number : 2003-199281

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 18.07.2003

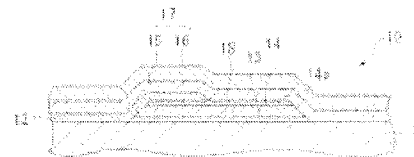
(72)Inventor : WAKUI YUKIO

### (54) MAGNETIC SENSOR

#### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic sensor in which adhesive properties between bias magnet layers and protective films are improved and which is excellent in environmental resistance.

SOLUTION: In the magnetic sensor 10, a spin valve type magnetoresistive effect element 12 is provided on a substrate 11, and bias magnet layers 14 composed of permanent magnet films are connected to both ends of the element 12. At the same time, the magnetoresistive effect element 12 is installed so that both ends of the element 12 may partially cover the bias magnet layers 14 and first and second protective films 15 and 16 are formed so as to cover the element 12 and the whole top surfaces 14a of the bias magnet layers 14. In the magnetic sensor 10, in addition, intermediate layers 18 are formed between the element 12 and the first protective film 15 and the bias magnet layers 14 so as to cover the whole top surfaces 14a of the bias magnet layers 14.



(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-39011

(P2005-39011A)

(43) 公開日 平成17年2月10日 (2005.2.10)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/12

F I

H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/12

Z

B

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-199281 (P2003-199281)  
 (22) 出願日 平成15年7月18日 (2003.7.18)

(71) 出願人 000004075  
 ヤマハ株式会社  
 静岡県浜松市中沢町 1 〇番 1 号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100089037  
 弁理士 渡邊 隆  
 (72) 発明者 涌井 幸夫  
 静岡県浜松市中沢町 1 〇番 1 号 ヤマハ株  
 式会社内

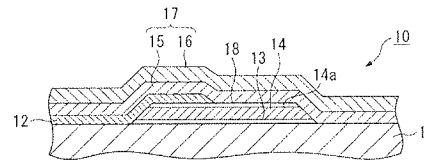
(54) 【発明の名称】 磁気センサ

## (57) 【要約】

【課題】 耐環境性に優れる磁気センサを提供する。

【解決手段】 基板 1 1 上にスピンバルブ型の磁気抵抗効果素子 1 2 が配され、磁気抵抗効果素子 1 2 の両端部には永久磁石膜からなるバイアス磁石層 1 4 がそれぞれ接続されるとともに、磁気抵抗効果素子 1 2 の両端部がバイアス磁石層 1 4 の一部を覆うように配され、磁気抵抗効果素子 1 2 およびバイアス磁石層 1 4 の上面 1 4 a を全て被覆するように第一保護膜 1 5 および第二保護膜 1 6 が設けられた磁気センサ 1 0 において、磁気抵抗効果素子 1 2 および第一保護膜 1 5 と、バイアス磁石層 1 4 との間に、バイアス磁石層 1 4 の上面 1 4 a の全域を覆うように中間層 1 8 を設ける。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部には永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されており、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、少なくとも該保護膜と、該バイアス磁石層との間に、中間層が設けられていることを特徴とする磁気センサ。

## 【請求項 2】

基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部に永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されるとともに、該両端部が該バイアス磁石層の一部を覆うように配され、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を全て被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子および前記保護膜と、前記バイアス磁石層との間に、前記バイアス磁石層の上面の全域を覆うように中間層が設けられていることを特徴とする磁気センサ。

## 【請求項 3】

基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部に永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されるとともに、該両端部が該バイアス磁石層の一部を覆うように配され、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を全て被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子に覆われていない前記バイアス磁石層の上面の略全域を覆うように中間層が設けられていることを特徴とする磁気センサ。

## 【請求項 4】

基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部に永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されるとともに、該両端部が該バイアス磁石層の一部を覆うように配され、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を全て被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子に覆われていない前記バイアス磁石層の上面の略全域を覆い、かつ、前記磁気抵抗効果素子の両端部の側面および上面を覆うように中間層が設けられていることを特徴とする磁気センサ。

## 【請求項 5】

基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部には永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されており、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、該バイアス磁石層の上面の略全域を覆い、かつ該磁気抵抗効果素子の両端部の側面および上面を覆うように中間層が設けられていることを特徴とする磁気センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、耐環境性に優れる磁気センサに関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、巨大磁気抵抗素子（以下、「GMR素子」とも称する。）などの抵抗値を呈するスピバルブ型の磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサが提案され、実用に供されている。このGMR素子は、磁化の向きが所定の向きにピン止めされたピンド層と、磁化の向きが外部磁界に対応して変化するフリー層とを備え、外部磁界が加わった場合に、ピンド層の磁化の向きとフリー層の磁化の向きとの相対関係に応じた抵抗値を呈するもので、この抵抗値を測定することで外部磁界を検出するようになっている。

## 【0003】

図40は、従来の磁気センサの概略構成を示す断面図である。

この磁気センサは、所定の厚みを有する石英またはシリコンウエハからなる基板101と

10

20

30

40

50

、この基板 101 上に配された GMR 素子からなる磁気抵抗効果素子 102 と、この磁気抵抗効果素子 102 の両端にそれぞれ接続され、基板 101 上に非磁性材料からなる下地膜 103 を介して配された永久磁石膜からなるバイアス磁石層 104 と、磁気抵抗素子 102 およびバイアス磁石層 104 の上面を全て被覆するように設けられた酸化ケイ素膜からなる第一保護膜 105 と、窒化ケイ素膜からなる第二保護膜 106 とから概略構成されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

ここで、第一保護膜 105 と第二保護膜 106 を併せて保護膜 107 と言うこともある。

#### 【0004】

この磁気センサでは、磁気抵抗効果素子 102 の両端の下面が、バイアス磁石層 104 の上面の全域を覆っていない。そのため、バイアス磁石層 104 の上面の一部にかかった状態で接続されている。このような磁気センサは、熱冷サイクル試験などによって、バイアス磁石層 104 と保護膜 107 の界面において、保護膜 107 が剥離することがあった。

10

#### 【0005】

##### 【特許文献 1】

特開平 12-137906 号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記事情に鑑みてなされたもので、耐環境性に優れる磁気センサを提供することを課題とする。

#### 【0007】

20

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために、基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部には永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されており、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、少なくとも該保護膜と、該バイアス磁石層との間に、中間層が設けられている磁気センサを提供する。

#### 【0008】

本発明は、基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部に永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されるとともに、該両端部が該バイアス磁石層の一部を覆うように配され、該磁気抵抗素子および該バイアス磁石層の上面を全て被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子および前記保護膜と、前記バイアス磁石層との間に、前記バイアス磁石層の上面の全域を覆うように中間層が設けられている磁気センサを提供する。

30

#### 【0009】

本発明は、基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部に永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されるとともに、該両端部が該バイアス磁石層の一部を覆うように配され、該磁気抵抗素子および該バイアス磁石層の上面を全て被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子に覆われていない前記バイアス磁石層の上面の略全域を覆うように中間層が設けられている磁気センサを提供する。

40

#### 【0010】

本発明は、基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の両端部に永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されるとともに、該両端部が該バイアス磁石層の一部を覆うように配され、該磁気抵抗素子および該バイアス磁石層の上面を全て被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子に覆われていない前記バイアス磁石層の上面の略全域を覆い、かつ、前記磁気抵抗効果素子の両端部の側面および上面を覆うように中間層が設けられている磁気センサを提供する。

#### 【0011】

本発明は、基板上にスピバルブ型の磁気抵抗効果素子が配され、該磁気抵抗効果素子の

50

両端部には永久磁石膜からなるバイアス磁石層がそれぞれ接続されており、該磁気抵抗効果素子および該バイアス磁石層の上面を被覆するように保護膜が設けられた磁気センサにおいて、該バイアス磁石層の上面の略全域を覆い、かつ該磁気抵抗効果素子の両端部の側面および上面を覆うように中間層が設けられている磁気センサを提供する。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の磁気センサについて図面に基づき詳細に説明する。

【0013】

（第一の実施形態）

図1は、本発明の磁気センサの第一の実施形態を示す概略断面図である。

10

この実施形態の磁気センサ10は、所定の厚みを有する石英またはシリコンウエハからなる基板11と、この基板11上に配されたGMR素子をなす磁気抵抗効果素子12と、この磁気抵抗効果素子12の両端部にそれぞれ接続され、基板11上に非磁性材料からなる下地膜13を介して配された永久磁石膜からなるバイアス磁石層14と、磁気抵抗素子12およびバイアス磁石層14の上面を全て被覆するように設けられた第一保護膜15と、この第一保護膜15の上面に設けられた第二保護膜16と、磁気抵抗効果素子12および第一保護膜15と、バイアス磁石層14との間に、バイアス磁石層14の上面14aの全域を覆うように設けられた中間層18とから概略構成されている。

ここで、第一保護膜15と第二保護膜16を併せて保護膜17と言うこともある。

20

【0014】

また、磁気センサ10では、中間層18が、例えば、クロム（Cr）、タンタル（Ta）、チタン（Ti）などからなる金属薄膜である。

中間層18の厚みは5nm以上、15nm以下であることが好ましい。

【0015】

中間層18の厚みが5nm未満では、バイアス磁石層14と保護膜17との密着性が不十分となり、熱冷サイクル試験などによって、外部から剪断応力を繰り返し加えた場合、バイアス磁石層14と保護膜17の界面において、保護膜17が剥離するおそれがある。一方、中間層18の厚みが15nmを超えると、磁気抵抗効果素子12に対して、バイアス磁石層14により所定の方向にバイアス磁界が付与されない。

30

【0016】

磁気抵抗効果素子12は、例えば、フリー層、銅（Cu）からなる導電性のスペーサ層、コバルト-鉄（CoFe）合金からなるピンド層、白金-マンガン（PtMn）合金からなるピニング層、チタン（Ti）、タンタル（Ta）などの金属薄膜からなるキャッピング層が順次積層されてなるものである。

【0017】

フリー層は、外部磁界の向きに応じて磁化の向きが変化する層であり、例えば、コバルト-ジルコニウム-ニオブ（CoZrNb）アモルファス磁性層と、CoZrNbアモルファス磁性層上に積層されたニッケル-鉄（NiFe）磁性層と、NiFe磁性層上に積層されたコバルト-鉄（CoFe）層とから構成されている。

このフリー層には、その一軸異方性を維持するために、所定の方向にバイアス磁石層14によりバイアス磁界が付与されている。

40

【0018】

CoZrNbアモルファス磁性層とNiFe磁性層は、軟質の強磁性体であり、CoFe層はNiFe磁性層のニッケルおよびスペーサ層の銅の拡散を防止するものである。

【0019】

スペーサ層は、銅もしくは銅合金からなる金属薄膜である。

ピンド層は、コバルト-鉄（CoFe）磁性層により構成されている。このCoFe磁性層は、後述する反強磁性膜に交換結合的に裏打されることにより磁化の向きがピン止め（固着）されている。

【0020】

50

ピニング層は、C o F e 磁性層上に積層された白金を 4 5 ~ 5 5 m o l % 含む P t M n 合金からなる反強磁性膜により構成されている。

これらピンド層とピニング層を併せてピン層と称する。

【0021】

下地膜 1 3 は、膜厚 4 0 n m 程度のクロム (C r) からなる金属薄膜である。

バイアス磁石層 1 4 は、膜厚 9 0 n m 程度のコバルトー白金ークロム (C o C r P t) 合金からなる金属薄膜である。

【0022】

第一保護膜 1 5 は、酸化ケイ素 (S i O<sub>x</sub> 膜) からなる薄膜である。

第二保護膜 1 6 は、窒化ケイ素 (S i N<sub>y</sub> 膜) からなる薄膜である。

10

【0023】

(第二の実施形態)

図 2 は、本発明の磁気センサの第二の実施形態を示す概略断面図である。

この実施形態の磁気センサ 2 0 は、所定の厚みを有する石英またはシリコンウエハからなる基板 2 1 と、この基板 2 1 上に配された G M R 素子をなす磁気抵抗効果素子 2 2 と、この磁気抵抗効果素子 2 2 の両端部にそれぞれ接続され、基板 2 1 上に非磁性材料からなる下地膜 2 3 を介して配された永久磁石膜からなるバイアス磁石層 2 4 と、磁気抵抗素子 2 2 およびバイアス磁石層 2 4 の上面を全て被覆するように設けられた第一保護膜 2 5 と、この第一保護膜 2 5 の上面に設けられた第二保護膜 2 6 と、磁気抵抗効果素子 2 2 に覆われていないバイアス磁石層 2 4 の上面 2 4 a のほぼ全域を覆うように設けられた中間層 2 8 とから概略構成されている。

20

ここで、第一保護膜 2 5 と第二保護膜 2 6 を併せて保護膜 2 7 と言うこともある。また、磁気抵抗素子 2 2 およびバイアス磁石層 2 4 の上面を保護膜 2 7 が被覆するとは、接続用の開口部を除くほぼ全域を覆っていることを意味している。

【0024】

ここで、中間層 2 8 が、磁気抵抗効果素子 2 2 に覆われていないバイアス磁石層 2 4 の上面 2 4 a のほぼ全域を覆うとは、次のようなことを示している。すなわち、保護膜 2 7 (素子の上面) 側から見たときに、磁気抵抗効果素子 2 2 の側面 2 2 a と、中間層 2 8 の側面 2 8 a との間には隙間が無く、バイアス磁石層が露出していないか、あるいは磁気抵抗効果素子 2 2 の側面 2 2 a と、中間層 2 8 の側面 2 8 a との間に隙間がほとんどないことを示している。

30

【0025】

また、磁気抵抗効果素子 2 2 の側面 2 2 a と、中間層 2 8 の側面 2 8 a との間隔は、3 μ m を超えないことが望ましい。

磁気抵抗効果素子 2 2 の側面 2 2 a と、中間層 2 8 の側面 2 8 a との間隔が 3 μ m を超えると、バイアス磁石層 2 4 と保護膜 2 7 との密着性が不十分となり、熱冷サイクル試験などによって、外部から剪断応力を繰り返し加えた場合、バイアス磁石層 2 4 と保護膜 2 7 の界面において、保護膜 2 7 が剥離するおそれがある。

【0026】

磁気抵抗効果素子 2 2 は、例えば、フリー層、銅 (C u) からなる導電性のスペーサ層、コバルトー鉄 (C o F e) 合金からなるピンド層、白金ーマンガン (P t M n) 合金からなるピニング層、チタン (T i)、タンタル (T a) などの金属薄膜からなるキャッピング層が順次積層されてなるものであり、上述の磁気抵抗効果素子 1 2 と同様の構成からなるものである。

40

【0027】

下地膜 2 3 は、膜厚 4 0 n m 程度のクロム (C r) からなる金属薄膜である。

バイアス磁石層 2 4 は、膜厚 9 0 n m 程度のコバルトー白金ークロム (C o C r P t) 合金からなる金属薄膜である。

【0028】

第一保護膜 2 5 は、酸化ケイ素 (S i O<sub>x</sub> 膜) からなる薄膜である。

50

第二保護膜 26 は、窒化ケイ素 ( $\text{SiN}_y$  膜) からなる薄膜である。

【0029】

中間層 28 は、例えば、クロム (Cr)、タンタル (Ta)、チタン (Ti) などからなる金属薄膜である。

【0030】

(第三の実施形態)

図 3 は、本発明の磁気センサの第三の実施形態を示す概略断面図である。

この実施形態の磁気センサ 30 は、所定の厚みを有する石英またはシリコンウエハからなる基板 31 と、この基板 31 上に配された GMR 素子をなす磁気抵抗効果素子 32 と、この磁気抵抗効果素子 32 の両端部にそれぞれ接続され、基板 31 上に非磁性材料からなる下地膜 33 を介して配された永久磁石膜からなるバイアス磁石層 34 と、磁気抵抗効果素子 32 およびバイアス磁石層 34 の上面を全て被覆するように設けられた第一保護膜 35 と、この第一保護膜 35 の上面に設けられた第二保護膜 36 と、磁気抵抗効果素子 32 に覆われていないバイアス磁石層 34 の上面 34a のほぼ全域を覆い、かつ、磁気抵抗効果素子 32 の両端部の側面 32b および上面 32a の一部を覆うように設けられた中間層 38 とから概略構成されている。

ここで、第一保護膜 35 と第二保護膜 36 を併せて保護膜 37 とすることもある。

【0031】

ここで、中間層 38 が、磁気抵抗効果素子 32 に覆われていないバイアス磁石層 34 の上面 34a のほぼ全域を覆うとは、次のようなことを示している。すなわち、保護膜 37 側から中間層 38 を見たときに、中間層 38 の側面 38a と、バイアス磁石層 34 の側面 34b が同一面上に配されることなく、中間層 38 の下面 38b が、バイアス磁石層 34 の上面 34a を覆っていることを示している。

【0032】

また、磁気センサ 30 では、保護膜 37 側から中間層 38 を見たときに、中間層 38 の側面 38a と、バイアス磁石層 34 の側面 34b との間隔が  $1\text{ }\mu\text{m}$  を超えないように、中間層 38 の下面 38b が、バイアス磁石層 34 の上面 34a を覆っている。

【0033】

中間層 38 の側面 38a と、バイアス磁石層 34 の側面 34b との間隔が  $1\text{ }\mu\text{m}$  を超えると、バイアス磁石層 34 と保護膜 37 との密着性が不十分となり、熱冷サイクル試験などによって、外部から剪断応力を繰り返し加えた場合、バイアス磁石層 34 と保護膜 37 の界面において、保護膜 37 が剥離するおそれがある。

【0034】

磁気抵抗効果素子 32 は、例えば、フリー層、銅 (Cu) からなる導電性のスペーサ層、コバルト-鉄 (CoFe) 合金からなるピンド層、白金-マンガン (PtMn) 合金からなるピニング層、チタン (Ti)、タンタル (Ta) などの金属薄膜からなるキャッピング層が順次積層されてなるものであり、上述の磁気抵抗効果素子 12 と同様の構成からなるものである。

【0035】

下地膜 33 は、膜厚  $40\text{ nm}$  程度のクロム (Cr) からなる金属薄膜である。

バイアス磁石層 34 は、膜厚  $90\text{ nm}$  程度のコバルト-白金-クロム (CoCrPt) 合金からなる金属薄膜である。

【0036】

第一保護膜 35 は、酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_x$  膜) からなる薄膜である。

第二保護膜 36 は、窒化ケイ素 ( $\text{SiN}_y$  膜) からなる薄膜である。

【0037】

中間層 38 は、例えば、クロム (Cr)、タンタル (Ta)、チタン (Ti) などからなる金属薄膜である。

【0038】

(第一の実施形態の製造方法)

次に、図 4 および図 5 ～ 図 1 3 を用いて本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法について説明する。

図 4 は、本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法の手順を示すフローチャートである。図 5 ～ 図 1 3 は、本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【0039】

この磁気センサの製造方法では、まず石英またはシリコンウエハからなる基板 1 1 を用意する。基板 1 1 には、あらかじめ磁気センサ制御用の L S I 部分を形成しておくことができる。その場合には、工程 A において、公知の方法にてトランジスタなどの素子、および配線、絶縁膜、コンタクトなどを形成し保護膜を形成し、この保護膜に接続用の開口部を形成しておく。

10

【0040】

次いで、図 5 に示すように、石英またはシリコンウエハからなる基板 1 1 の上面にスパッタリング法により、厚み 4 0 n m 程度のクロムからなる下地膜 1 3 を形成する。続いて、下地膜 1 3 の上面にスパッタリング法により、厚み 9 0 n m 程度のコバルト－白金－クロム合金からなるバイアス磁石層 1 4 を形成する。続いて、バイアス磁石層 1 4 の上面にスパッタリング法により、厚み 5 n m ～ 1 5 n m 程度のクロムからなる中間層 1 8 を形成する（工程 B － 1）。

【0041】

次いで、図 6 に示すように、中間層 1 8 の上面に、スピコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトレジストを塗布し、このフォトレジストの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不必要なフォトレジストを除去する。続いて、フォトレジストを加熱してリフローさせ、両端部が曲面をなすようにレジスト膜 4 0 を形成する（工程 B － 2）。

20

【0042】

次いで、図 7 に示すように、イオンミリングにより、レジスト膜 4 0 で覆われていない部分の下地膜 1 3、バイアス磁石層 1 4 および中間層 1 8 を除去すると同時に、下地膜 1 3、バイアス磁石層 1 4 および中間層 1 8 を所定の形状に形成する（工程 B － 3）。この工程 B － 3 において、レジスト膜 4 0 の両端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、下地膜 1 3、バイアス磁石層 1 4 および中間層 1 8 の側面が基板 1 1 に対して傾斜するように形成される。このバイアス磁石層 1 4 のうち、磁気抵抗効果素子 1 2 の両端に配置されるものについては、磁気抵抗効果素子 1 2 への通電のためのリードを兼用させ、一部を接続用の開口上に配置されるよう形状を付与させてもよい。

30

【0043】

次いで、図 8 に示すように、アセトン、N－メチルー２－ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜 4 0 を除去するとともに、バイアス磁石層 1 4 の表面を洗浄する（工程 B － 4）。

【0044】

次いで、図 9 に示すように、基板 1 1 の上面、下地膜 1 3 およびバイアス磁石層 1 4 の側面、中間層 1 8 の上面および側面に、イオンビームスパッタ法、マグネトロンスパッタ法などにより、磁気抵抗効果素子 1 2 を形成する（工程 B － 5）。

40

【0045】

次いで、外部空間に設けたマグネットアレイを、バイアス磁石層 1 4 に対して所定の位置に配置し、ピン層に対して所定の方向に磁場を印加する（工程 B － 6）。

【0046】

次いで、マグネットアレイと、バイアス磁石層 1 4 との配置を固定したまま、真空中にて、2 8 0 ℃で 4 時間熱処理する。これにより、磁気抵抗効果素子 1 2 のピン層のうち、ピン層の規則化熱処理を行う（工程 B － 7）。

【0047】

次いで、マグネットアレイを所定の位置から取り外す（工程 B － 8）。

【0048】

50



次いで、図 10 に示すように、磁気抵抗効果素子 12 の上面に、スピコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトリソを塗布し、このフォトリソの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不必要なフォトリソを除去する。続いて、フォトリソを加熱してリフローさせ、両端部が曲面をなすようにレジスト膜 41 を形成する（工程 B-9）。

#### 【0049】

次いで、イオンミリングにより、レジスト膜 41 で覆われていない部分の磁気抵抗効果素子 12 を除去すると同時に、磁気抵抗効果素子 12 を所定の形状に形成する（工程 B-10）。この工程 B-10 において、レジスト膜 41 の両端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、磁気抵抗効果素子 12 の側面が基板 11 に対して傾斜するように形成される。

10

#### 【0050】

次いで、図 11 に示すように、アセトン、N-メチル-2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜 41 を除去するとともに、磁気抵抗効果素子 12 の表面を洗浄する（工程 B-11）。

#### 【0051】

次いで、図 12 に示すように、基板 11 の上面、磁気抵抗効果素子 12 の上面および中間層 18 の上面に、プラズマ CVD 法により、膜厚 150 nm 程度の酸化ケイ素膜からなる第一保護膜 15 を形成する（工程 B-12）。

ここで、図 13 に、磁気抵抗効果素子 12 の上面から見た平面図を示す。なお、図 13 では、第一保護膜 15 を省略した。

20

#### 【0052】

次いで、第一保護膜 15 の上面に、プラズマ CVD 法により、膜厚 300 nm 程度の窒化ケイ素膜からなる第二保護膜 16 を形成する（工程 B-13）。

ここで、第一保護膜 15 および第二保護膜 16 の上に、さらにポリイミド樹脂からなる第三保護膜を設けてもよい。

#### 【0053】

次いで、工程 C において、第一保護膜 15 および第二保護膜 16 の所定の箇所において開口し、パッドを形成した後、ウエハをダイシングして個々のチップに切断する。そして、個々のチップは樹脂により封止される。

30

#### 【0054】

（第二の実施形態の製造方法）

次に、図 14 および図 15～図 26 を用いて本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法について説明する。

図 14 は、本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法の手順を示すフローチャートである。図 15～図 26 は、本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

#### 【0055】

この磁気センサの製造方法では、まず石英またはシリコンウエハからなる基板 21 を用意する。基板 21 には、あらかじめ磁気センサ制御用の LSI 部分を形成しておくことができる。その場合には、工程 D において、公知の方法にてトランジスタなどの素子、および配線、絶縁膜、コンタクトなどを形成し保護膜を形成し、この保護膜に接続用の開口部を形成しておく。

40

#### 【0056】

次いで、図 15 に示すように、石英またはシリコンウエハからなる基板 21 の上面にスパッタリング法により、厚み 40 nm 程度のクロムからなる下地膜 23 を形成する。続いて、下地膜 23 の上面にスパッタリング法により、厚み 90 nm 程度のコバルト-白金-クロム合金からなるバイアス磁石層 24 を形成する。続いて、バイアス磁石層 24 の上面にスパッタリング法により、厚み 5 nm～15 nm 程度のクロムからなる中間層 28 を形成する（工程 E-1）。

50

## 【0057】

次いで、図16に示すように、中間層28の上面に、スピンコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトレジストを塗布し、このフォトレジストの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不必要なフォトレジストを除去する。続いて、フォトレジストを加熱してリフローさせ、端部が曲面をなすようにレジスト膜50を形成する（工程E-2）。

## 【0058】

次いで、図17に示すように、イオンミリングにより、レジスト膜50で覆われていない部分の中間層28を除去してバイアス磁石層24を露出すると同時に、中間層28を所定の形状に形成する（工程E-3）。この工程E-3において、レジスト膜50の端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、中間層28の側面が基板21に対して傾斜するように形成される。

10

## 【0059】

次いで、アセトン、N-メチル-2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜50を除去するとともに、中間層28の表面を洗浄する（工程E-4）。

## 【0060】

次いで、図18に示すように、中間層28を除去して露出したバイアス磁石層24の上面、および中間層28の上面に、スピンコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトレジストを塗布し、このフォトレジストの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不必要なフォトレジストを除去する。続いて、フォトレジストを加熱してリフローさせ、両端部が曲面をなすようにレジスト膜51を形成する（工程E-5）。

20

## 【0061】

次いで、図19に示すように、イオンミリングにより、レジスト膜51で覆われていない部分の下地膜23、バイアス磁石層24および中間層28を除去して基板21を露出すると同時に、下地膜23、バイアス磁石層24および中間層28を所定の形状に形成する（工程E-6）。この工程E-6において、レジスト膜51の両端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、下地膜23、バイアス磁石層24および中間層28の側面が基板21に対して傾斜するように形成される。

## 【0062】

30

次いで、図20に示すように、アセトン、N-メチル-2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜51を除去するとともに、バイアス磁石層24および中間層28の表面を洗浄する（工程E-7）。

## 【0063】

次いで、図21に示すように、基板21の上面、下地膜23およびバイアス磁石層24の側面、中間層28の上面および側面に、イオンビームスパッタ法、マグネトロンスパッタ法などにより、GMR素子をなす磁気抵抗効果素子22を形成する（工程E-8）。

## 【0064】

次いで、外部空間に設けたマグネットアレイを、バイアス磁石層24に対して所定の位置に配置し、ピン層に対して所定の方向に磁場を印加する（工程E-9）。

40

## 【0065】

次いで、マグネットアレイと、バイアス磁石層24との配置を固定したまま、真空中にて、280℃で4時間熱処理する。これにより、磁気抵抗効果素子22のピン層のうち、ピン層の規則化熱処理を行う（工程E-10）。

## 【0066】

次いで、マグネットアレイを所定の位置から取り外す（工程E-11）。

## 【0067】

次いで、図22に示すように、磁気抵抗効果素子12の上面における、鉛直下方に中間層28が存在しない領域に、スピンコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトレジストを塗布し、このフォトレジストの表面に任意のパターンのマスクを配置して

50

露光した後、現像処理を行って不必要なフォトレジストを除去する。続いて、フォトレジストを加熱してリフローさせ、端部が曲面をなすようにレジスト膜 5 2 を形成する（工程 E-1 2）。

#### 【0068】

次いで、図 2 3 に示すように、イオンミリングにより、レジスト膜 5 2 で覆われていない部分の磁気抵抗効果素子 2 2 を除去して基板 2 1、下地膜 2 3 およびバイアス磁石層 2 4 の側面、中間層 2 8 を露出すると同時に、磁気抵抗効果素子 2 2 を所定の形状に形成する（工程 E-1 3）。この工程 E-1 3 において、レジスト膜 5 2 の両端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、磁気抵抗効果素子 2 2 の側面が基板 2 1 に対して傾斜するように形成される。

10

#### 【0069】

次いで、図 2 4 に示すように、アセトン、N-メチル-2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜 5 2 を除去し、磁気抵抗効果素子 2 2 の表面を洗浄する（工程 E-1 4）。

#### 【0070】

次いで、図 2 5 に示すように、基板 2 1 の上面、磁気抵抗効果素子 2 2 の上面および中間層 2 8 の上面に、プラズマ CVD 法により、膜厚 150 nm 程度の酸化ケイ素膜からなる第一保護膜 2 5 を形成する（工程 E-1 5）。

ここで、図 2 6 に、磁気抵抗効果素子 2 2 の上面から見た平面図を示す。なお、図 2 6 では、第一保護膜 2 5 を省略した。

20

#### 【0071】

次いで、第一保護膜 2 5 の上面に、プラズマ CVD 法により、膜厚 300 nm 程度の窒化ケイ素膜からなる第二保護膜 2 6 を形成する（工程 E-1 6）。

ここで、第一保護膜 2 5 および第二保護膜 2 6 の上に、さらにポリイミド樹脂からなる第三保護膜を設けてもよい。

#### 【0072】

次いで、工程 F において、第一保護膜 2 5 および第二保護膜 2 6 の所定の箇所において開口し、パッドを形成した後、ウエハをダイシングして個々のチップに切断する。そして、個々のチップは樹脂により封止される。

#### 【0073】

（第三の実施形態の製造方法）

30

次に、図 2 7 および図 2 8～図 3 9 を用いて本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法について説明する。

図 2 7 は、本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法の手順を示すフローチャートである。図 2 8～図 3 9 は、本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

#### 【0074】

この磁気センサの製造方法では、まず石英またはシリコンウエハからなる基板 3 1 を用意する。基板 3 1 には、あらかじめ磁気センサ制御用の LSI 部分を形成しておくことができる。その場合には、工程 G において、公知の方法にてトランジスタなどの素子、および配線、絶縁膜、コンタクトなどを形成し保護膜を形成し、この保護膜に接続用の開口部を形成しておく。

40

#### 【0075】

次いで、図 2 8 に示すように、石英またはシリコンウエハからなる基板 3 1 の上面にスパッタリング法により、厚み 40 nm 程度のクロムからなる下地膜 3 3 を形成する。続いて、下地膜 3 3 の上面にスパッタリング法により、厚み 90 nm 程度のコバルト-白金-クロム合金からなるバイアス磁石層 3 4 を形成する（工程 H-1）。

#### 【0076】

次いで、図 2 9 に示すように、バイアス磁石層 3 4 の上面に、スピンコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトレジストを塗布し、このフォトレジストの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不必要なフォトレジス

50

トを除去する。続いて、フォトリソグを加熱してリフローさせ、端部が曲面をなすようにレジスト膜 60 を形成する（工程 H-2）。

【0077】

次いで、図 30 に示すように、イオンミリングにより、レジスト膜 60 で覆われていない部分の下地膜 33 およびバイアス磁石層 34 を除去して基板 31 を露出すると同時に、下地膜 33 およびバイアス磁石層 34 を所定の形状に形成する（工程 H-3）。この工程 H-3 において、レジスト膜 60 の両端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、下地膜 33 およびバイアス磁石層 34 の側面が基板 31 に対して傾斜するように形成される。

【0078】

次いで、図 31 に示すように、アセトン、N-メチルー 2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜 60 を除去し、バイアス磁石層 34 の表面を洗浄する（工程 H-4）。

【0079】

次いで、図 32 に示すように、下地膜 33 およびバイアス磁石層 34 を除去して露出した基板 31 の上面、およびバイアス磁石層 34 の上面に、イオンビームスパッタ法、マグネトロンスパッタ法などにより、GMR 素子をなす磁気抵抗効果素子 32 を形成する（工程 H-5）。

【0080】

次いで、外部空間に設けたマグネットアレイを、バイアス磁石層 34 に対して所定の位置に配置し、ピン層に対して所定の方向に磁場を印加する（工程 H-6）。

【0081】

次いで、マグネットアレイと、バイアス磁石層 34 との配置を固定したまま、真空中にて、280℃で4時間熱処理する。これにより、磁気抵抗効果素子 32 のピン層のうち、ピンニング層の規則化熱処理を行う（工程 H-7）。

【0082】

次いで、マグネットアレイを所定の位置から取り外す（工程 H-8）。

【0083】

次いで、図 33 に示すように、磁気抵抗効果素子 32 の上面における、鉛直下方にバイアス磁石層 34 が存在する領域の一部に、スピンコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトリソグを塗布し、このフォトリソグの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不必要なフォトリソグを除去する。続いて、フォトリソグを加熱してリフローさせ、端部が曲面をなすようにレジスト膜 61 を形成する（工程 H-9）。

【0084】

次いで、イオンミリングにより、レジスト膜 61 で覆われていない部分の磁気抵抗効果素子 32 を除去して基板 31 およびバイアス磁石層 34 を露出すると同時に、磁気抵抗効果素子 32 を所定の形状に形成する（工程 H-10）。この工程 H-10 において、レジスト膜 61 の端部の曲面形状に応じて、イオンミリングにより、磁気抵抗効果素子 32 の側面が基板 31 に対して傾斜するように形成される。

【0085】

次いで、図 34 に示すように、アセトン、N-メチルー 2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜 61 を除去し、磁気抵抗効果素子 32 の表面を洗浄する（工程 H-11）。

【0086】

次いで、図 35 に示すように、基板 31 の上面の全域、バイアス磁石層 34 の側面および上面の一部、端部を除いた磁気抵抗効果素子 32 の上面の全域に、スピンコート法、ディップコート法などにより任意の厚みのフォトリソグを塗布し、このフォトリソグの表面に任意のパターンのマスクを配置して露光した後、現像処理を行って不必要なフォトリソグを除去し、レジスト膜 62 を形成する（工程 H-12）。

【0087】

次いで、図 36 に示すように、磁気抵抗効果素子 32 の端部の上面および側面、バイアス

10

20

30

40

50

磁石層 3 4 の上面、レジスト膜 6 2 の上面に、スパッタリング法により中間層 3 8 を形成する（工程 H-1 3）。

【0088】

次いで、図 3 7 に示すように、アセトン、N-メチル-2-ピロリドンなどの洗浄液でレジスト膜 6 2 を除去し、基板 3 1、磁気抵抗効果素子 3 2、および中間層 3 8 の表面を洗浄する（工程 H-1 4）。

【0089】

次いで、図 3 8 に示すように、基板 3 1 の上面、磁気抵抗効果素子 3 2 の上面および中間層 3 8 の上面に、プラズマ CVD 法により、膜厚 150 nm 程度の酸化ケイ素膜からなる第一保護膜 3 5 を形成する（工程 H-1 5）。

ここで、図 3 9 に、磁気抵抗効果素子 3 2 の上面から見た平面図を示す。なお、図 3 9 では、第一保護膜 3 5 を省略した。

【0090】

次いで、第一保護膜 3 5 の上面に、プラズマ CVD 法により、膜厚 300 nm 程度の窒化ケイ素膜からなる第二保護膜 3 6 を形成する（工程 H-1 6）。

ここで、第一保護膜 3 5 および第二保護膜 3 6 の上に、さらにポリイミド樹脂からなる第三保護膜を設けてもよい。

【0091】

次いで、工程 I において、第一保護膜 3 5 および第二保護膜 3 6 の所定の箇所において開口し、パッドを形成した後、ウエハをダイシングして個々のチップに切断する。そして、個々のチップは樹脂により封止される。

【0092】

以下、実施例により本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0093】

（実施例）

上述の本発明に係る磁気センサの製造方法に従って、磁気抵抗効果素子の幅は各  $7.5 \mu\text{m}$ 、磁気抵抗効果素子同士の間隔は  $3 \mu\text{m}$ 、バイアス磁石層の幅は  $18 \mu\text{m}$  の磁気センサを作製した。

本実施例では、バイアス磁石層の上に、厚み 5 nm の中間層を有する磁気センサを作製した。この中間層の、バイアス磁石層の磁気抵抗効果素子と接合していない端部からの長さ（中間層のパターンの幅）は  $3 \mu\text{m}$  とした。

そして、得られた磁気センサを用いて、プラスチックモールドパッケージを作製した。

【0094】

（1）密着性試験

磁気センサの上面（保護膜が設けられている側の面）にスコッチ 3 M 社製のメンディングテープを貼付した後、このメンディングテープを引き剥がして、磁気センサのバイアス磁石層と保護膜の界面における剥離の有無を調べた。同様の試験を磁気センサ 100 個について行い、界面における剥離が生じた磁気センサの数を数えた。結果を表 1 に示す。

【0095】

（2）熱冷サイクル試験

磁気センサのプラスチックモールドパッケージを、 $-65^\circ\text{C}$  で 30 分間保持、5 分間で室温まで昇温、室温で 30 分間保持、5 分間で  $150^\circ\text{C}$  まで昇温、 $150^\circ\text{C}$  で 30 分間保持、5 分間で室温まで降温、室温で 30 分間保持、5 分間で  $-65^\circ\text{C}$  まで降温の温度サイクルを 1 サイクルとして 500 回繰り返し温度変化させる環境に放置した。

その後、このプラスチックモールドパッケージを、発煙硝酸を用いるエッチングにより開封し、磁気センサのバイアス磁石層と保護膜の界面における剥離の有無を調べた。同様の試験を磁気センサのプラスチックモールドパッケージ 20 個について行い、界面における剥離が生じた磁気センサの数を数えた。

【0096】

(比較例)

上述の本発明に係る磁気センサの製造方法に準じて、従来の中間層を有さない磁気センサを作製した。

また、得られた磁気センサを用いて、プラスチックモールドパッケージを作製した。

【0097】

実施例と同様にして、得られた磁気センサおよび磁気センサのプラスチックモールドパッケージについて、密着性試験および熱冷サイクル試験を行った。

【0098】

この結果、実施例の磁気センサは、密着性試験では100個中1個、熱冷サイクル試験では100個中0個に剥離が見られた。

10

一方、比較例の磁気センサは、密着性試験では100個中32個、熱冷サイクル試験では100個中7個に剥離が見られた。

【0099】

この結果から、実施例の磁気センサは、中間層が存在することで、バイアス磁石層と保護膜との密着性に優れ、耐環境性にも優れていることが分かる。

一方、比較例の磁気センサは、バイアス磁石層と保護膜との密着性が不十分で耐環境性が劣ることが分かる。

【0100】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の磁気センサは、磁気抵抗効果素子および保護膜と、バイアス磁石層との間に、バイアス磁石層の上面の全域を覆うように中間層を設けることにより、バイアス磁石層と保護膜との密着性が向上し、耐環境性、特に温度変化に対する耐性に優れ、信頼性の高いものとなる。

20

【0101】

また、本発明の磁気センサは、磁気抵抗効果素子に覆われていないバイアス磁石層の上面の略全域を覆うように中間層を設けることにより、バイアス磁石層と保護膜との密着性が向上し、耐環境性、特に温度変化に対する耐性に優れ、信頼性の高いものとなる。

【0102】

また、本発明の磁気センサは、磁気抵抗効果素子に覆われていないバイアス磁石層の上面の略全域を覆い、かつ、磁気抵抗効果素子の両端部の側面および上面を覆うように中間層を設けることにより、バイアス磁石層と保護膜との密着性が向上し、耐環境性、特に温度変化に対する耐性に優れ、信頼性の高いものとなる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気センサの第一の実施形態を示す概略断面図である。

【図2】本発明の磁気センサの第二の実施形態を示す概略断面図である。

【図3】本発明の磁気センサの第三の実施形態を示す概略断面図である。

【図4】本発明の第一の実施形態に係る製造方法の手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図6】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図7】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

40

【図8】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図9】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図10】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

。

【図11】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

。

【図12】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

。

【図13】本発明の第一の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略平面図である。

。

50

【図 1 4】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法の手順を示すフローチャートである。

【図 1 5】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 1 6】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 1 7】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 1 8】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 1 9】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 0】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 1】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 2】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 3】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 4】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 5】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 6】本発明の第二の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 7】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法の手順を示すフローチャートである。

【図 2 8】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 2 9】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 0】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 1】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 2】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 3】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 4】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 5】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 6】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 7】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

【図 3 8】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略断面図である。

10

20

30

40

50

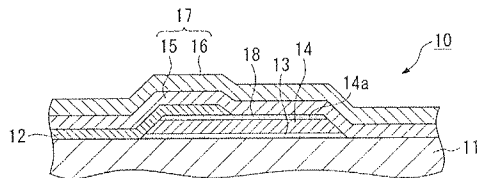
【図 39】本発明の第三の実施形態に係る磁気センサの製造方法を示す概略平面図である。

【図 40】従来の磁気センサの概略構成を示す断面図である。

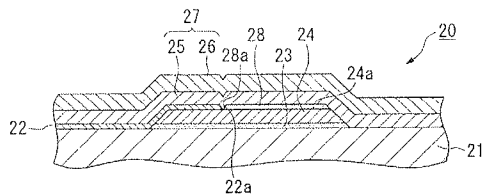
【符号の説明】

10, 20, 30・・・磁気センサ、11, 21, 31・・・基板、12, 22, 32・・・磁気抵抗効果素子、13, 23, 33・・・下地膜、14, 24, 34・・・バイアス磁石層、15, 25, 35・・・第一保護膜、16, 26, 36・・・第二保護膜、17, 27, 37・・・保護膜、18, 28, 38・・・中間層、40, 41, 50, 51, 52, 60, 61, 62・・・レジスト膜。

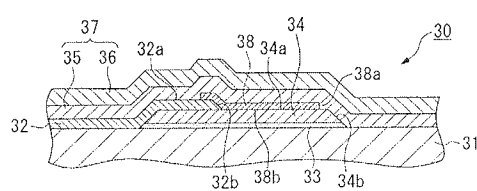
【図 1】



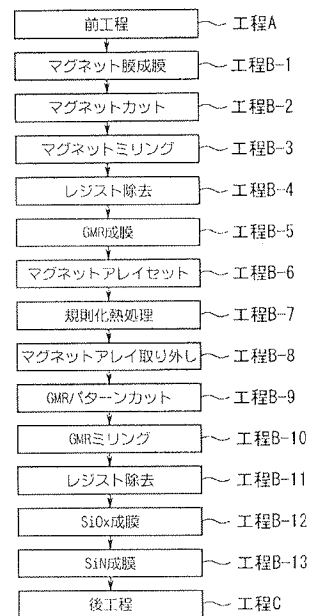
【図 2】



【図 3】

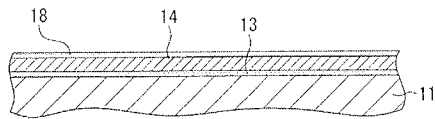


【図 4】

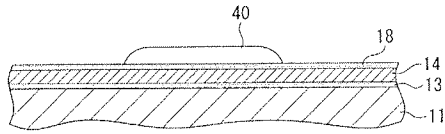




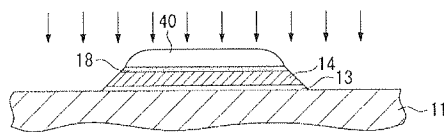
【図 5】



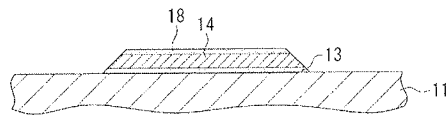
【図 6】



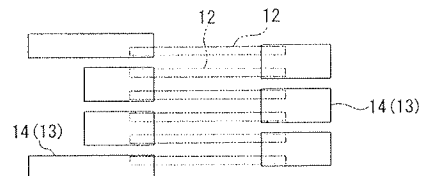
【図 7】



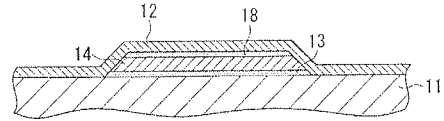
【図 8】



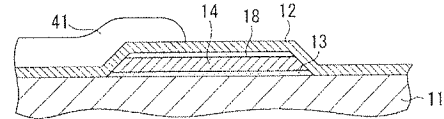
【図 13】



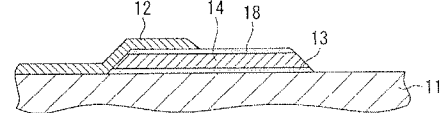
【図 9】



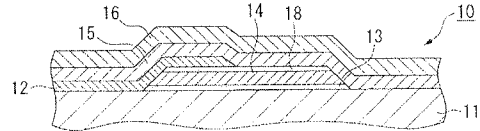
【図 10】



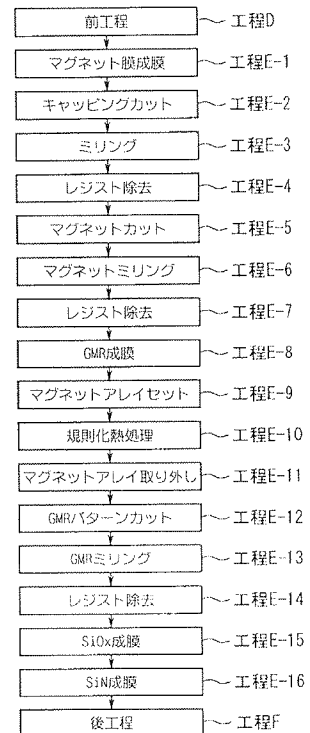
【図 11】



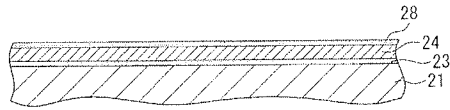
【図 12】



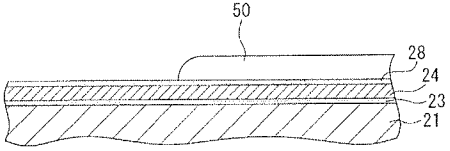
【図 14】



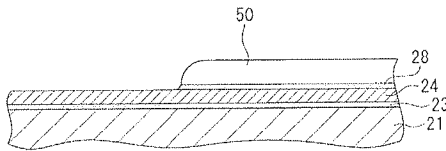
【図 15】



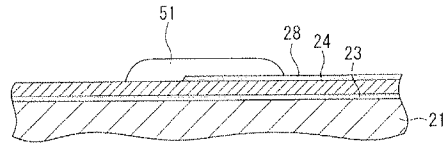
【図 16】



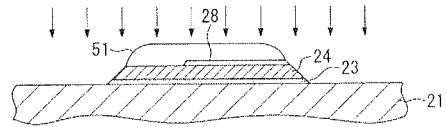
【図 17】



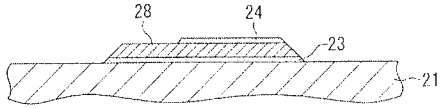
【図 18】



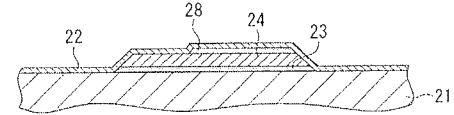
【図 19】



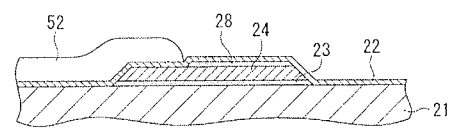
【図 20】



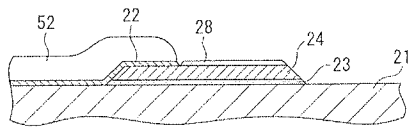
【図 21】



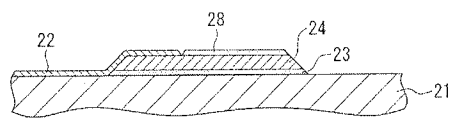
【図 22】



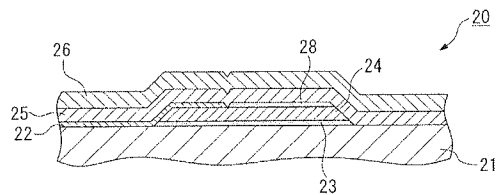
【図 23】



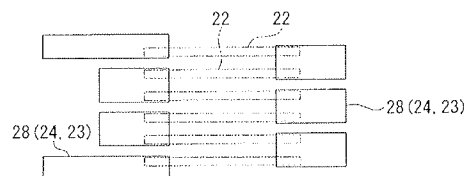
【図 24】



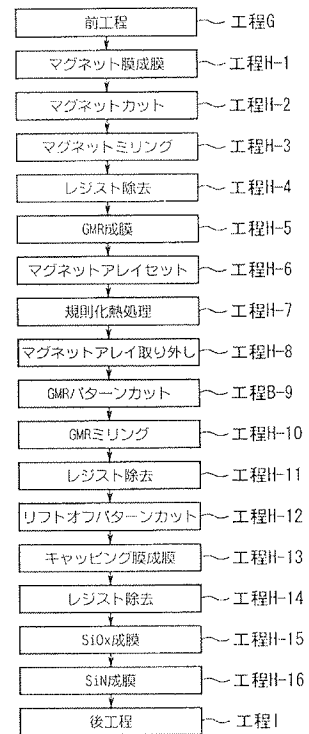
【図 25】



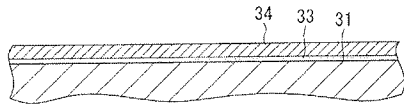
【図 26】



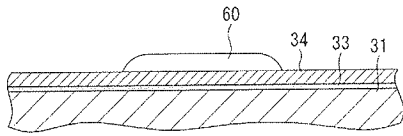
【図 27】



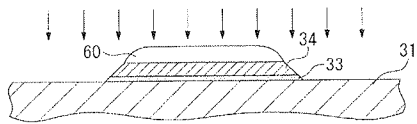
【図 28】



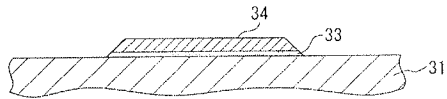
【図 29】



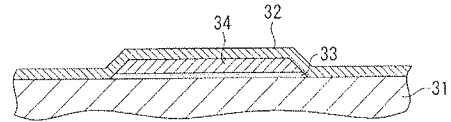
【図 30】



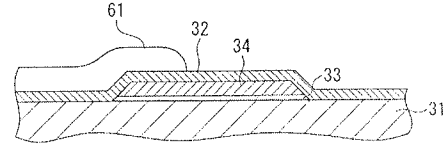
【図 31】



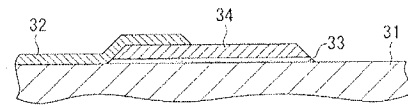
【図 32】



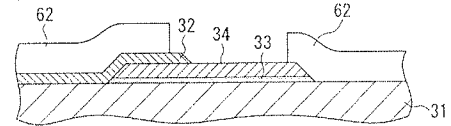
【図 33】



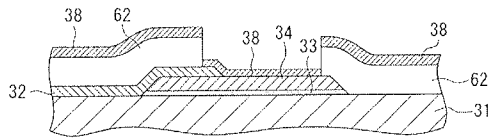
【図 34】



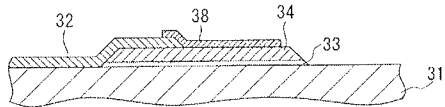
【図 35】



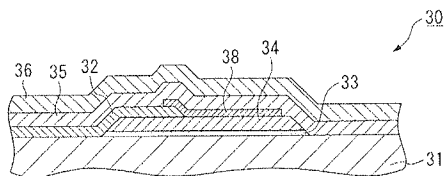
【図 36】



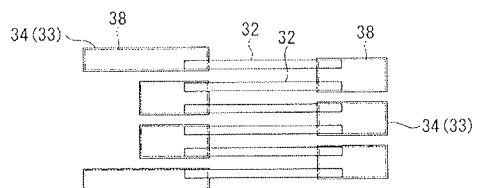
【図 37】



【図 38】



【図 39】



【図 40】

